

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

25.10.2004

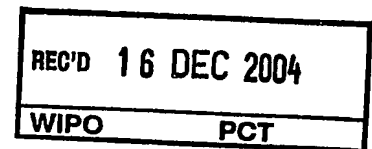
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 1月13日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-004905
[ST. 10/C]: [JP 2004-004905]

出 願 人
Applicant(s): ダイキン工業株式会社

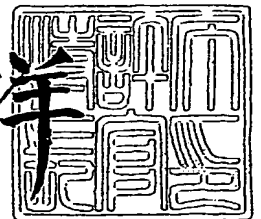


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特2004-3110555

【書類名】 特許願
【整理番号】 SD031099
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02P 6/00
H02K 7/00

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社堺製作所
【氏名】 桧皮 武史

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会社堺製作所
【氏名】 石川 諭

【発明者】
【住所又は居所】 滋賀県草津市岡本町字大谷 1 0 0 0 番地の 2 ダイキン工業株式
会社滋賀製作所
【氏名】 柳田 靖人

【特許出願人】
【識別番号】 000002853
【氏名又は名称】 ダイキン工業株式会社
【代表者】 北井 啓之

【代理人】
【識別番号】 100087804
【弁理士】
【氏名又は名称】 津川 友士

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003-365130
【出願日】 平成15年10月24日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 012771
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0014025

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

インバータの出力を DC モータに供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いて DC モータのコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定することを特徴とする DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 2】

複数のデューティーを用いて、デューティー差と電流差とを用いて DC モータのコイルの抵抗を算出する請求項 1 に記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 3】

固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加する請求項 1 または請求項 2 に記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 4】

少なくとも 0.5 秒以上同一デューティーを保持する請求項 2 に記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 5】

シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DC モータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出する請求項 1 から請求項 4 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 6】

前記 DC モータは、圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものである請求項 1 から請求項 5 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DC モータの温度を所定温度にすることを特徴とする DC モータ制御方法。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 6 の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DC モータの起動までの時間間隔を設定することを特徴とする DC モータ制御方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 6 の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DC モータの運転制御方法を設定することを特徴とする DC モータ制御方法。

【請求項 10】

インバータ (3) の出力を DC モータ (4) に供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いて DC モータ (4) のコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定するコイル温度推定手段 (6) を含むことを特徴とする DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 11】

前記コイル温度推定手段 (6) は、複数のデューティーを用いて、デューティー差と電流差とを用いて DC モータ (4) のコイルの抵抗を算出するものである請求項 10 に記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 12】

前記コイル温度推定手段 (6) は、固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加するものである請求項 10 または請求項 11 に記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 13】

前記コイル温度推定手段 (6) は、少なくとも 0.5 秒以上同一デューティーを保持するものである請求項 11 に記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 14】

前記コイル温度推定手段 (6) は、シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DC モータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出するものである請求項 10 か

ら請求項 13 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 15】

前記 DC モータ (4) は圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものである請求項 10 から請求項 14 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 16】

請求項 10 から請求項 15 の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DC モータの温度を所定温度にする制御手段を含むことを特徴とする DC モータ制御装置。

【請求項 17】

請求項 10 から請求項 15 の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DC モータの起動までの時間間隔を設定する制御手段を含むことを特徴とする DC モータ制御装置。

【請求項 18】

請求項 10 から請求項 15 の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DC モータの運転制御方法を設定する制御手段を含むことを特徴とする DC モータ制御装置。

【請求項 19】

インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出する請求項 1 から請求項 6 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 20】

キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行う請求項 1 に記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 21】

DC モータのロータ位置を検出し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正する請求項 19 に記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 22】

前記モータ電流の検出を、ON 時間もしくは OFF 時間の中央で行う請求項 1 から請求項 6 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 23】

前記モータ電流の検出を、PAM 回路を用いて所定電圧を出力している状態において行う請求項 1 から請求項 6 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定方法。

【請求項 24】

前記コイル温度推定手段 (6) は、インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗からコイルの温度を推定するものである請求項 10 から請求項 15 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 25】

前記コイル温度推定手段 (6) は、キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行うものである請求項 10 に記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 26】

前記コイル温度推定手段 (6) は、DC モータのロータ位置を検出し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正するものである請求項 10 に記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 27】

前記コイル温度推定手段 (6) は、前記モータ電流の検出を、ON 時間もしくは OFF 時間の中央で行うものである請求項 10 から請求項 15 の何れかに記載の DC モータのコイル温度推定装置。

【請求項 28】

前記コイル温度推定手段 (6) は、前記モータ電流の検出を、PAM 回路を用いて所定電

圧を出力している状態において行うものである請求項 1 0 から請求項 1 5 の何れかに記載の D C モータのコイル温度推定装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 DCモータのコイル温度推定方法、DCモータ制御方法およびそれらの装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、温度センサを用いることなく、DCモータのコイル温度を推定する方法、推定されたコイル温度に基づくDCモータ制御方法、およびそれらの装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、空気調和装置においては、モータにより駆動される圧縮機を有しているため、油が希釈して焼付きなどの原因になるというような不都合の発生を防止することが必要であり、このため、予熱運転をどこまで行うかの指標として圧縮機の内部温度を検出することが必要になる。

【0003】

そして、この要求を実現するために、圧縮機の内部に熱電対などを挿入して内部温度を測定すると大幅なコストアップを招くので、圧縮機の吐出管温度を検出し、この温度から圧縮機の内部温度を推定することが提案され、実用に供されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

圧縮機の吐出管温度から圧縮機の内部温度を推定する方法を採用した場合には、停止時の予熱運転時などには温度推定誤差が大きくなってしまいうという不都合がある。

【0005】

この不都合を解消するために、サーミスタを設けて直接に圧縮機の胴体温度を測定することが考えられるが、この場合には、コストアップを招いてしまうことになる。

【0006】

モータにより駆動される他の装置においても同様の不都合がある。

【0007】

この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、コストアップを招くことなく、正確にDCモータのコイル温度を推定することができる方法およびその装置を提供することを第1の目的とし、推定された温度に基づいてDCモータを制御する方法およびその装置を提供することを第2の目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1のDCモータのコイル温度推定方法は、インバータの出力をDCモータに供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いてDCモータのコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定する方法である。

【0009】

請求項2のDCモータのコイル温度推定方法は、複数のデューティを用いて、デューティ差と電流差とを用いてDCモータのコイルの抵抗を算出する方法である。

【0010】

請求項3のDCモータのコイル温度推定方法は、固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加する方法である。

【0011】

請求項4のDCモータのコイル温度推定方法は、少なくとも0.5秒以上同一デューティを保持する方法である。

【0012】

請求項5のDCモータのコイル温度推定方法は、シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DCモータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出する方法であ

る。

【0013】

請求項6のDCモータのコイル温度推定方法は、前記DCモータとして圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものを採用する方法である。

【0014】

請求項7のDCモータ制御方法は、請求項1から請求項6の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの温度を所定温度にする方法である。

【0015】

請求項8のDCモータ制御方法は、請求項1から請求項6の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの起動までの時間間隔を設定する方法である。

【0016】

請求項9のDCモータ制御方法は、請求項1から請求項6の何れかの方法により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの運転制御方法を設定する方法である。

【0017】

請求項10のDCモータのコイル温度推定装置は、インバータの出力をDCモータに供給するモータ駆動システムにおいて、モータ電流、およびモータ電圧を用いてDCモータのコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定するコイル温度推定手段を含むものである。

【0018】

請求項11のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、複数のデューティを用いて、デューティ差と電流差とを用いてDCモータのコイルの抵抗を算出するものを採用するものである。

【0019】

請求項12のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、固定座標系を採用し、電気角を一定に設定して電圧を印加するものを採用するものである。

【0020】

請求項13のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、少なくとも0.5秒以上同一デューティを保持するものを採用するものである。

【0021】

請求項14のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、シャント抵抗を用いてモータ電流を検出し、DCモータの運転中よりも低いキャリア周波数でコイルの抵抗を算出するものを採用するものである。

【0022】

請求項15のDCモータのコイル温度推定装置は、前記DCモータとして、圧縮機のケーシングの内部に設けられて圧縮機を駆動するものを採用するものである。

【0023】

請求項16のDCモータ制御装置は、請求項10から請求項15の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの温度を所定温度にする制御手段を含むものである。

【0024】

請求項17のDCモータ制御装置は、請求項10から請求項15の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの起動までの時間間隔を設定する制御手段を含むものである。

【0025】

請求項18のDCモータ制御装置は、請求項10から請求項15の何れかの装置により推定されたコイル温度に基づいて、DCモータの運転制御方法を設定する制御手段を含むものである。

【0026】

請求項19のDCモータのコイル温度推定方法は、インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出する方法である。

【0027】

請求項20のDCモータのコイル温度推定方法は、キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行う方法である。

請求項21のDCモータのコイル温度推定方法は、DCモータのロータ位置を検出し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正する方法である。

【0028】

請求項22のDCモータのコイル温度推定方法は、前記モータ電流の検出を、ON時間もしくはOFF時間の中央で行う方法である。

【0029】

請求項23のDCモータのコイル温度推定方法は、前記モータ電流の検出を、PAM回路を用いて所定電圧を出力している状態において行う方法である。

【0030】

請求項24のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、インバータに含まれるトランジスタ、ダイオードによる電圧降下を補正してコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗からコイルの温度を推定するものを採用するものである。

【0031】

請求項25のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、キャリブレーションにより得られる値を用いてコイル温度を推定するに当たって、電源線の抵抗値に基づく補正を行うものを採用するものである。

【0032】

請求項26のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、DCモータのロータ位置を検出し、検出されたロータ位置からインダクタンスを算出し、算出したインダクタンスに対応させて、コイルの抵抗から算出されたコイル温度を補正するものを採用するものである。

【0033】

請求項27のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、前記モータ電流の検出を、ON時間もしくはOFF時間の中央で行うものを採用するものである。

請求項28のDCモータのコイル温度推定装置は、前記コイル温度推定手段として、前記モータ電流の検出を、PAM回路を用いて所定電圧を出力している状態において行うものを採用するものである。

【発明の効果】**【0034】**

請求項1の発明は、温度センサを用いることなく、コイル温度を高精度に推定することができるという特有の効果を奏する。

【0035】

請求項2の発明は、ゼロ点を通る保証がない場合でも、抵抗を正確に算出することができる、ひいては、コイル温度の推定精度を高めることができるという特有の効果を奏する。

【0036】

請求項3の発明は、演算誤差を少なくすることができるほか、請求項1または請求項2と同様の効果を奏する。

【0037】

請求項4の発明は、平均化処理などにより精度を高めることができるほか、請求項2と同様の効果を奏する。

【0038】

請求項5の発明は、算出精度を高めることができるほか、請求項1から請求項4の何れかと同様の効果を奏する。

【0039】

請求項 6 の発明は、圧縮機の内部温度を推定することができるほか、請求項 1 から請求項 5 の何れかと同様の効果を奏する。

【0040】

請求項 7 の発明は、起動前に DC モータの温度を正確に所定温度にすべく DC モータを制御することができるという特有の効果を奏する。

【0041】

請求項 8 の発明は、DC モータを起動するためのリトライ用に時間間隔を正確に設定することができるという特有の効果を奏する。

【0042】

請求項 9 の発明は、DC モータを起動するためのリトライ用に運転制御方法を設定することができるという特有の効果を奏する。

【0043】

請求項 10 の発明は、温度センサを用いることなく、コイル温度を高精度に推定することができるという特有の効果を奏する。

【0044】

請求項 11 の発明は、ゼロ点を通る保証がない場合でも、抵抗を正確に算出することができ、ひいては、コイル温度の推定精度を高めることができるという特有の効果を奏する。

【0045】

請求項 12 の発明は、演算誤差を少なくすることができるほか、請求項 10 または請求項 11 と同様の効果を奏する。

【0046】

請求項 13 の発明は、平均化処理などにより精度を高めることができるほか、請求項 11 と同様の効果を奏する。

【0047】

請求項 14 の発明は、算出精度を高めることができるほか、請求項 10 から請求項 13 の何れかと同様の効果を奏する。

【0048】

請求項 15 の発明は、圧縮機の内部温度を推定することができるほか、請求項 10 から請求項 14 の何れかと同様の効果を奏する。

【0049】

請求項 16 の発明は、起動前に DC モータの温度を正確に所定温度にすべく DC モータを制御することができるという特有の効果を奏する。

【0050】

請求項 17 の発明は、DC モータを起動するためのリトライ用に時間間隔を正確に設定することができるという特有の効果を奏する。

【0051】

請求項 18 の発明は、DC モータを起動するためのリトライ用に運転制御方法を設定することができるという特有の効果を奏する。

【0052】

請求項 19 の発明は、推定精度を高めることができるほか、請求項 1 から請求項 6 の何れかと同様の効果を奏する。

【0053】

請求項 20 の発明は、推定精度を高めることができるほか、請求項 1 と同様の効果を奏する。

【0054】

請求項 21 の発明は、推定精度を高めることができるほか、請求項 19 と同様の効果を奏する。

【0055】

請求項 22 の発明は、平均電流を検出していない場合であっても電流検出の精度低下を

抑制することができるほか、請求項 1 から請求項 6 の何れかと同様の効果を奏する。

【0056】

請求項 23 の発明は、チョッピング音をなくすることができるほか、請求項 1 から請求項 6 の何れかと同様の効果を奏する。

【0057】

請求項 24 の発明は、推定精度を高めることができるほか、請求項 10 から請求項 15 の何れかと同様の効果を奏する。

【0058】

請求項 25 の発明は、推定精度を高めることができるほか、請求項 10 と同様の効果を奏する。

【0059】

請求項 26 の発明は、推定精度を高めることができるほか、請求項 24 と同様の効果を奏する。

【0060】

請求項 27 の発明は、平均電流を検出していない場合であっても電流検出の精度低下を抑制することができるほか、請求項 10 から請求項 15 の何れかと同様の効果を奏する。

【0061】

請求項 28 の発明は、チョッピング音をなくすることができるほか、請求項 10 から請求項 15 の何れかと同様の効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0062】

以下、添付図面を参照して、この発明の DC モータのコイル温度推定方法、DC モータ制御方法およびそれらの装置の実施の形態を詳細に説明する。

【0063】

図 1 は DC モータ駆動装置を概略的に示すブロック図である。

【0064】

この DC モータ駆動装置は、3 相交流電源 1 を入力とするコンバータ 2 と、コンバータ 2 の直流出力を入力とするインバータ 3 と、インバータ 3 の交流出力が供給される DC モータ 4 と、DC モータ 4 の回転子の磁極位置を基準としてインバータ 3 を制御するインバータ制御部 5 とを有している。そして、DC モータ 4 のコイル温度を推定する温度推定部 6 を有している。

【0065】

図 2 はインバータ制御部 5 の他の構成を示すブロック図である。

【0066】

このインバータ制御部 5 は、インバータ 3 の直流側の電流と、インバータ 3 の直流側の電圧の分圧電圧とを入力として、インバータ 3 の各スイッチングトランジスタを制御する PWM 指令を出力する。より具体的には、DC モータの運動は電流、電圧、回転角度、機器定数からなる dq 軸モデルで記述されるので、このモデルをもとに、実測電流、電圧、機器定数から回転角度を算出することができ、その角度に応じた PWM 指令を出力してインバータ 3 に供給することにより、DC モータを効率よく駆動することができる。したがって、この場合には、DC モータ 4 の回転子の磁極位置を受け取る必要がない。

【0067】

図 3 は温度推定部 6 における処理の一例を説明するフローチャートである。ステップ SP1 において、インバータ 3 を制御して直流電流を出力して DC モータ 4 に供給し、ステップ SP2 において、直流電流値を測定し、ステップ SP3 において、既知の直流電圧値と測定した直流電流値とから DC モータ 4 のコイル抵抗値を算出し、ステップ SP4 において、算出されたコイル抵抗値と予め測定されている抵抗温度特性とから温度を算出する。

【0068】

具体的には、例えば図 4 に示すように、インバータ 3 の u 相の + 側のスイッチングトラ

ンジスタと v 相の側のスイッチングトランジスタとをオンにして DC モータ 4 の、Y 結線された u 相コイルおよび v 相コイルに直流電流を供給する。

【0069】

この場合に、DC モータ 4 の回転子が回転しないように直流電流を設定することが好ましい。

【0070】

このように直流電流が設定されれば、例えばオームの法則に基づく演算を行ってコイル抵抗値（2 相分のコイルが直列接続された抵抗値）を算出することができ、算出されたコイル抵抗値（具体的には、算出されたコイル抵抗値の $1/2$ ）を予め測定されている抵抗温度特性に適用することによって、コイル温度を得ることができる。

【0071】

以上の説明は、電圧電流特性がゼロ点を通るとの仮定に基づいている。しかし、実際には、電圧電流特性がゼロ点を通るとは限らず、ゼロ点を通らない場合には、上述のようにしてコイル抵抗値を算出すると誤差を含むことになってしまう。

【0072】

このような不都合の発生を未然に防止するためには、例えば図 5 に示すように、デューティ比を変化させて、各デューティ比に対応させて直流電流値を測定する。そして、測定された複数の直流電流値と対応する電圧値（例えば、 $V_0 \times$ デューティ比）とに基づいて電圧電流特性を得、得られた電圧電流特性の傾きをコイル抵抗として算出する（図 6 参照）。次いで、算出されたコイル抵抗を予め得られている抵抗温度特性に適用することにより正確なコイル温度を得ることができる（図 7 参照）。

【0073】

図 8 は上記の処理を行なうための温度推定部 6 の構成を示すブロック図である。

【0074】

この温度制御部 6 は、図 5 に示すように電流、電圧をステップ状に変化させて得られる電流の変化量 ΔI および電圧の変化量 ΔV を入力として $\Delta V / \Delta I$ の演算を行って抵抗値 R を算出する抵抗値算出部 6 a と、算出された抵抗値 R を入力として、予め設定された温度—抵抗特性を用いて温度を得、推定温度として出力する温度テーブル 6 b とを有している。

【0075】

また、これらの場合において、各デューティ比の継続時間を 0.5 秒以上に設定することが好ましく、平均化処理を施すことによって、直流電流値の精度を高めることができる。

【0076】

さらに、前記の場合において、電圧の印加を回転座標系で行うこと、固定座標系で行うことが可能であるが、固定座標系で、しかも電気角一定で行うことが好ましく、座標変換などに起因する演算誤差を少なくすることができる。

【0077】

また、騒音の観点からみれば、キャリア周波数を上げる方が騒音を小さくできるので、キャリア周波数を上げることが好ましく、具体的には、1000 Hz 以上にすることが好ましい。

【0078】

さらにまた、前記の場合において、直流電流の検出をシャント抵抗を用いて行うことが可能であるが、この場合には、DC モータ 4 の運転中よりも低いキャリア周波数を採用して直流電流の検出（推定）を行うことにより、直流電流の検出精度を向上させることができる。

【0079】

さらに説明すると、一般に空調機で使われているような DC モータの仕様では、高効率狙いのため、抵抗値は非常に小さくなっている。そのため、抵抗値測定では非常にデューティの小さな条件となる。したがって、シャント抵抗での電流測定では、最小時間制限

にかからないようにキャリア周波数を下げる必要があり、DCモータ4の運転中よりも低いキャリア周波数を採用して直流電流の検出（推定）を行うことにより、直流電流の検出精度を向上させることができる。

【0080】

ただし、騒音の観点からみれば、キャリア周波数を上げる方が騒音を小さくできるので、シャント抵抗での電流測定に代えてDCCTを用いる電流測定を採用することが好ましく、キャリア周波数を上げて騒音を小さくすることができる。

【0081】

例えば、図9中（A）に対して、デューティを一定に保持したままでキャリア周波数を1/5にすれば、図9中（B）に示すように、ON時間が長くなり、最小制限幅以上になる。

【0082】

次いで、直流電流値の測定のシミュレーションの一例を説明する。

【0083】

T周期において、例えば図10に示すように、u相電圧、v相電圧、w相電圧を設定すれば、これらの設定電圧に応じて電流をオンにすることができる。ここで、電流がオンの期間についてみれば、u相電圧がオフ、v相電圧がオンであり、w相電圧がオンとオフとである。

【0084】

そして、T/2周期分の電流波形は、例えば図11に示すように、電流がオンの期間に電流値が増加し、他の期間に電流値が徐々に減少する波形となる。

したがって、T/2周期分の電流波形に基づく平均値を算出することにより、直流電流の測定値を得ることができる。

また、上記のコイル抵抗の算出においては、ダイオード、スイッチングトランジスタにおける電圧降下を無視しているが、これらの電圧降下を考慮することによって、コイル抵抗の算出精度を高めることができる。

さらに、上記のDCモータ4が、圧縮機のケーシングの内部に收容されて圧縮機を駆動するものである場合には、コイル温度が圧縮機の内部温度とほぼ等しいことを考慮すれば、簡単に圧縮機の内部温度を得ることができる。

【0085】

図12は温度推定値（温度実測値）を用いてモータ温度を所定温度（目標温度）に制御するための構成を示すブロック図であり、目標温度と実測温度との差を算出する減算部71と、算出された差温度を入力としてPI制御またはオンオフ制御を行なってW指令（ワット指令）を出力する制御部72と、W指令を入力として動作することにより熱量を発生するヒータ73と、ヒータ73により昇温されるDCモータ74とを有している。

【0086】

したがって、DCモータ74の温度を目標温度にすることができる。

【0087】

図13は圧縮機停止時におけるモータ温度の制御方法を説明するフローチャートである。

【0088】

ステップSP1において、実測温度が閾値よりも低いか否かを判定し、実測温度が閾値よりも低いと判定された場合には、ステップSP2において、ヒータをオンにし（ヒータに通電し）、ステップSP3において、一定時間が経過すれば、再びステップSP1の判定を行なう。

【0089】

ステップSP1において、実測温度が閾値以上であると判定された場合には、再びステップSP1の判定を行なう。

【0090】

したがって、DCモータの温度を閾値に制御することができる。

【0091】

図14は圧縮機停止から再起動までの処理の一例を説明するフローチャートである。

【0092】

ステップSP1において、実測温度が閾値よりも低いか否かを判定し、ステップSP1の判定において、実測温度が閾値より高いと判定された場合、吐出管温度目標値上限を低下させ、もしくは、再起動までのタイミングを設定し、再起動を行う。

【0093】

ステップSP1の判定において、実測温度が閾値よりも低いと判定された場合には、ステップSP2において、圧縮機の吐出管温度目標値上限を低下させ、ステップSP3において、再起動を行う。

【0094】

したがって、例えば、異常加熱によって圧縮機が停止した場合には、圧縮機の吐出管温度目標値上限を低下させることにより運転エリアを狭くして、異常加熱が発生しないようにし、この状態で再起動することができる。

【0095】

また、圧縮機が吐出管温度異常で停止した場合には、DCモータのコイル温度を測定することにより、圧縮機の内部が異常加熱で危険な状態か否かを判断することができるので、判断結果に応じて再起動までのタイミングを設定することにより、異常加熱での損傷を回避することができる。

【0096】

図15は、トランジスタ、ダイオードの電圧降下を補正する処理の一例を説明するフローチャートである。

【0097】

ステップSP1において、例えば、図16に示すように、インバータのV相の上アームのトランジスタ、およびU相の下アームのトランジスタを導通させてDCモータの固定子巻線に通電し、この状態において電流値を計測する。

【0098】

ステップSP2において、計測した電流値、および図17中に(A)(B)で示す定格特性を用いてトランジスタ、ダイオードの電圧降下 V_t 、 V_d を算出する。

【0099】

ステップSP3において、DC電圧にデューティ比を乗算して補正前の電圧 V_0 を算出する。

【0100】

ステップSP4において、補正前の電圧 V_0 からトランジスタ、ダイオードの電圧降下 V_t 、 V_d を減算してインバータの出力電圧を算出する。

【0101】

以上のようにして、正確なインバータ出力電圧が得られた後は、上述のようにコイル抵抗を精度よく算出し、ひいてはコイル温度を精度よく推定することができる。

【0102】

また、測定された(あるいは算出された)コイル抵抗値 R からコイル温度 T を算出する場合には、キャリブレーションによって決まる定数 a 、 b を用いて $T = a \times R + b$ の演算を行えばよい。

【0103】

ここで、キャリブレーション時の温度を t_0 、キャリブレーション時の測定抵抗値を R_{t0} 、機種毎に異なる定数を α 、電源線の抵抗値(カタログ値、測定値など)を β とした場合には、

$$a = \{1 / (R_{t0} - \beta)\} \cdot \{1 / \alpha + (t_0 - 20)\}$$

$$b = t_0 - a \times R_{t0}$$

を採用することが好ましく、電源線の抵抗値の影響を補正して、温度推定精度を高めることができる。

【0104】

図18はインダクタンス値を補正して温度推定を行う処理の一例を説明するフローチャートである。

【0105】

ステップSP1において、従来公知の方法を採用してDCモータのロータ位置を検出する。

【0106】

ステップSP2において、検出したロータ位置から、従来公知の方法を採用して温度検知に使用する相のインダクタンスLを算出する。

【0107】

ステップSP3において、図19に示すような、インダクタンスLと算出温度との関係を用いて、予めインダクタンスLによる温度補正值 ΔT を求めておき、抵抗値のみから求めた温度を T_0 とすると、 $T_0 + \Delta T$ の演算を行って温度を算出する。

【0108】

ロータの内部に永久磁石を埋め込んでなるDCモータ、SRMモータなどでは、インダクタンスLが大きくなると電流振幅が小さくなり、インダクタンスLが小さくなると電流振幅が大きくなるように、インダクタンスLが電流値に影響を及ぼし、定格特性上の動作点変動した状態になるので、上述のように補正処理を行うことにより、温度推定精度を高めることができる。

【0109】

さらに、上記の電流値の検出に当たっては、例えば、図20に示すように、ON時間もしくはOFF時間の中央（例えば、ON時間の $1/2$ の時点もしくはOFF時間の $1/2$ の時点）で電流測定を行うことが好ましい。

【0110】

この電流測定の測定は、平均電流を測定していない場合に有効であり、電流測定のばらつきを大幅に抑制することができる。

【0111】

さらにまた、図21に示すように、PAM回路を用いて5V程度の電圧を出力することによって、インバータのトランジスタのスイッチングを行うことなく電流測定を行うことが好ましく、チョッピング音の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】 DCモータ駆動装置を概略的に示すブロック図である。

【図2】 インバータ制御部の他の構成を示すブロック図である。

【図3】 温度推定部6における処理の一例を説明するフローチャートである。

【図4】 直流電流供給の一例を示す図である。

【図5】 デューティ比を変化させて、各デューティ比に対応させて直流電流値を測定することを説明する図である。

【図6】 測定された複数の直流電流値と対応する電圧値とに基づいて電圧電流特性を得、得られた電圧電流特性の傾きをコイル抵抗として算出することを説明する図である。

【図7】 算出されたコイル抵抗を予め得られている抵抗温度特性に適用することにより正確なコイル温度を得ることを説明する図である。

【図8】 温度推定部の構成を示すブロック図である。

【図9】 デューティ比を変化させることなくキャリア周波数を $1/5$ にした状態を示す波形図である。

【図10】 直流電流値の測定のシミュレーションのために電流をオンにすることを説明する図である。

【図11】 直流電流波形を示す図である。

【図12】 温度推定値（温度実測値）を用いてモータ温度を所定温度（目標温度）に

制御するための構成を示すブロック図である。

【図 1 3】 圧縮機停止時におけるモータ温度の制御方法を説明するフローチャートである。

【図 1 4】 圧縮機停止から再起動までの処理の一例を説明するフローチャートである。

【図 1 5】 トランジスタ、ダイオードの電圧降下を補正する処理を説明するフローチャートである。

【図 1 6】 電流経路の一例を示す図である。

【図 1 7】 トランジスタ、ダイオードの定格特性の一例を示す図である。

【図 1 8】 ロータ位置により定まるインダクタンスに基づく温度補正を説明するフローチャートである。

【図 1 9】 インダクタンスと算出温度との関係の一例を示す図である。

【図 2 0】 コイル温度測定時の電流波形の一例を示す図である。

【図 2 1】 P A M回路を用いるモータ駆動装置の一例を示す電気回路図である。

【符号の説明】

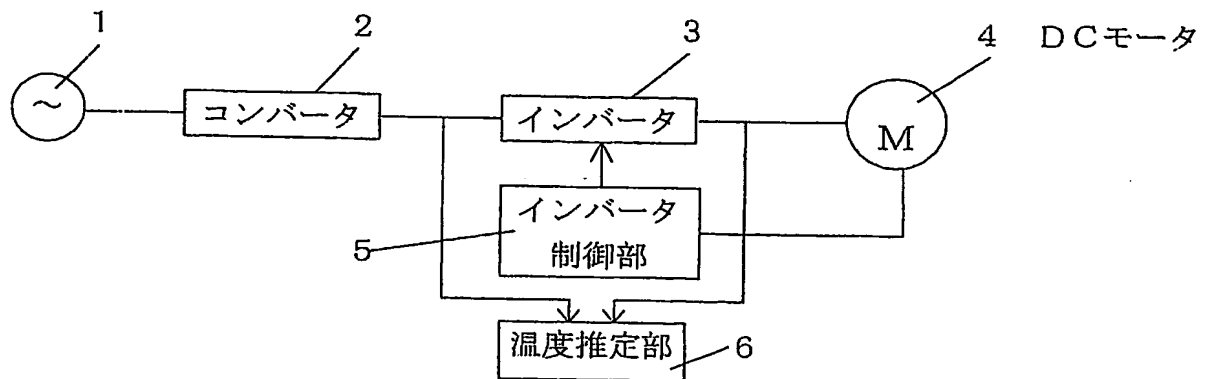
【 0 1 1 3 】

3 インバータ 4 D C モータ

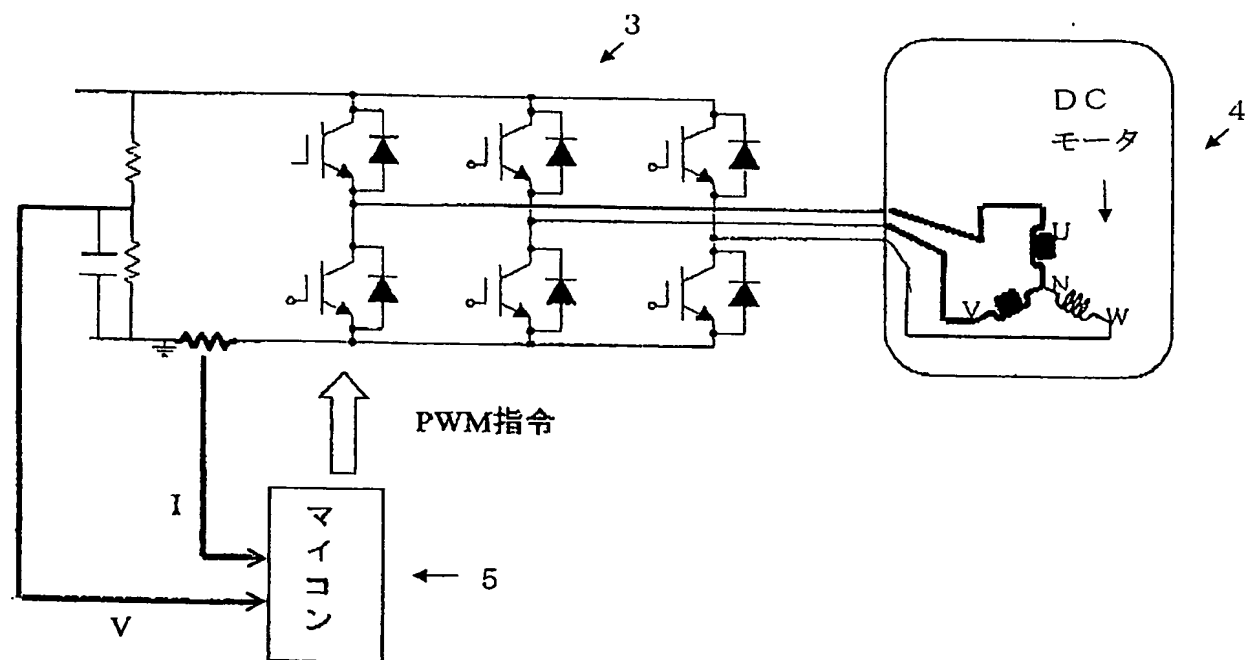
6 温度推定部

【書類名】 図面

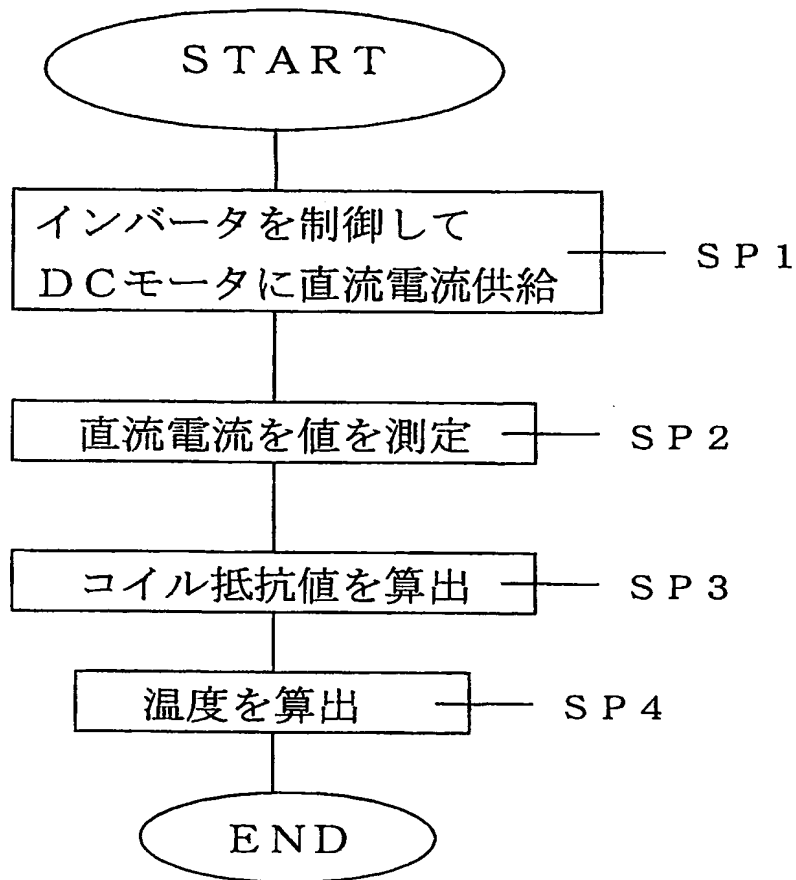
【図 1】



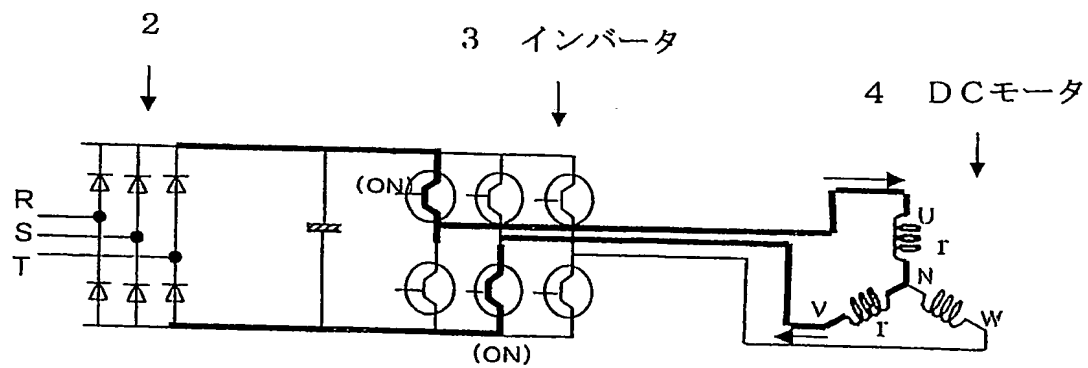
【図 2】



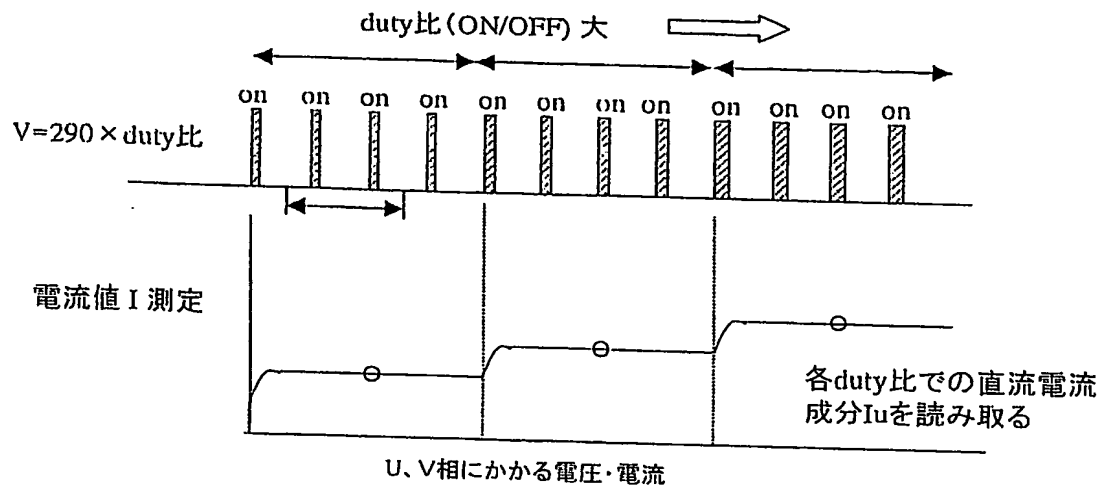
【図 3】



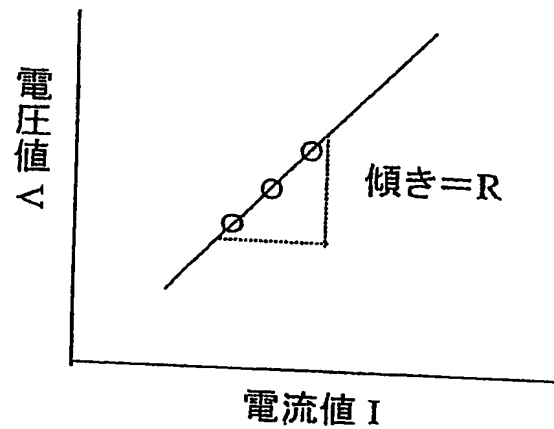
【図 4】



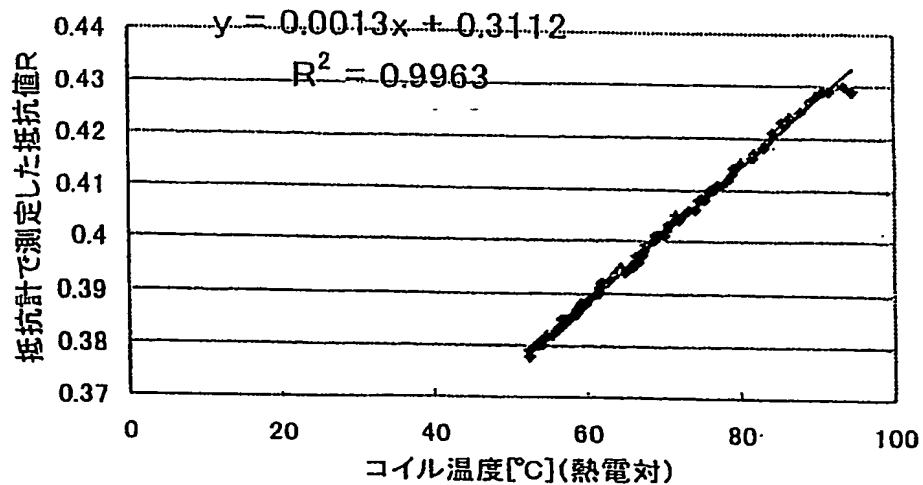
【図 5】



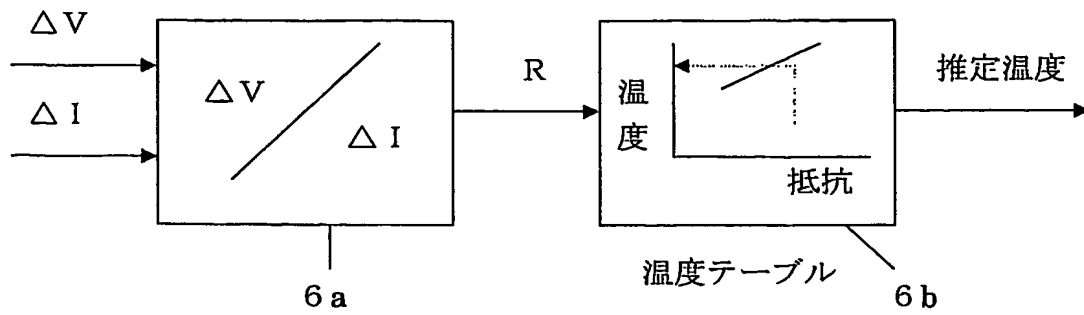
【図 6】



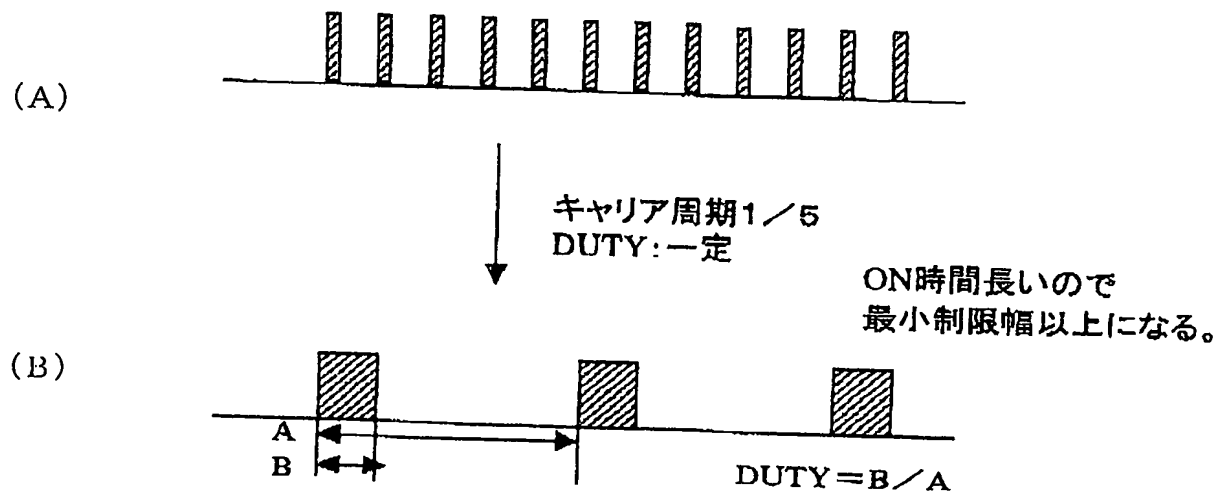
【図 7】



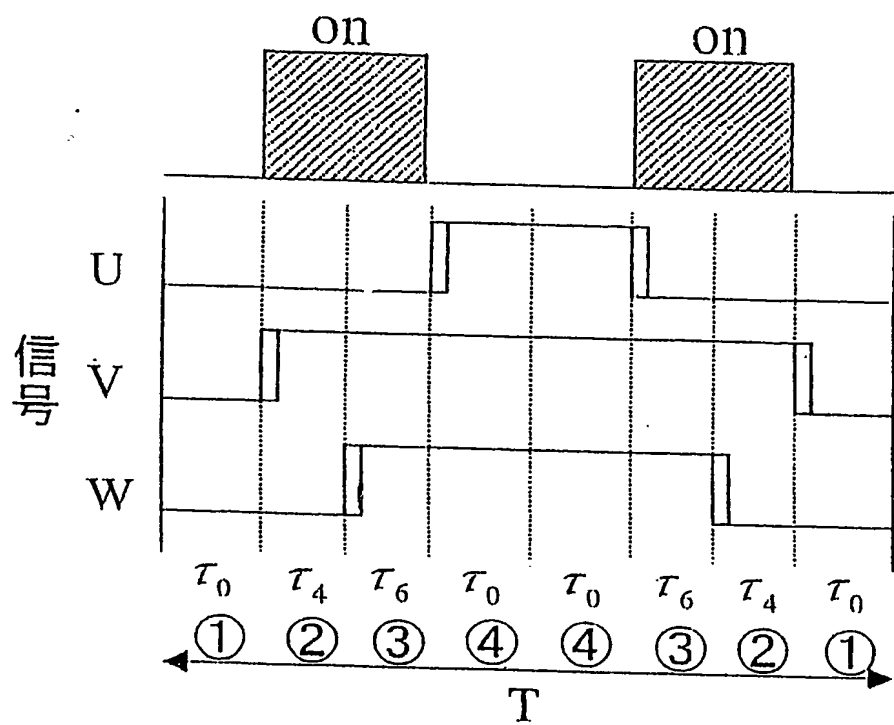
【図 8】



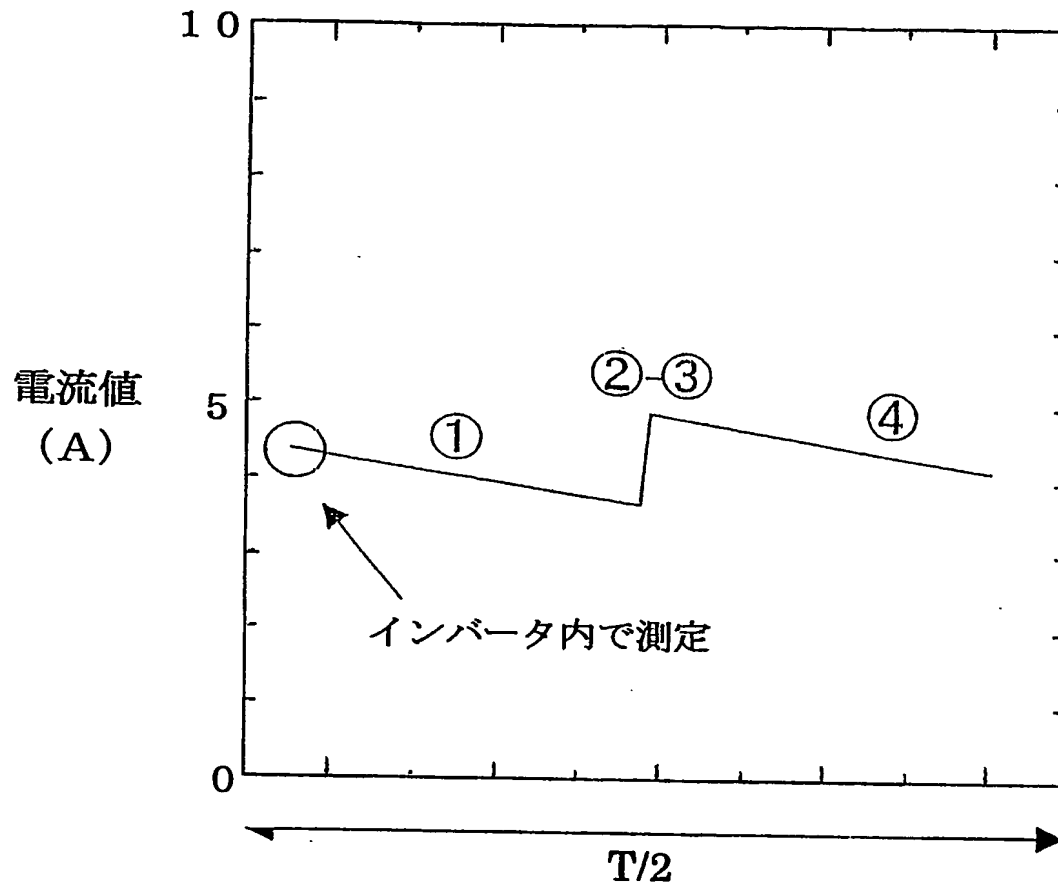
【図 9】



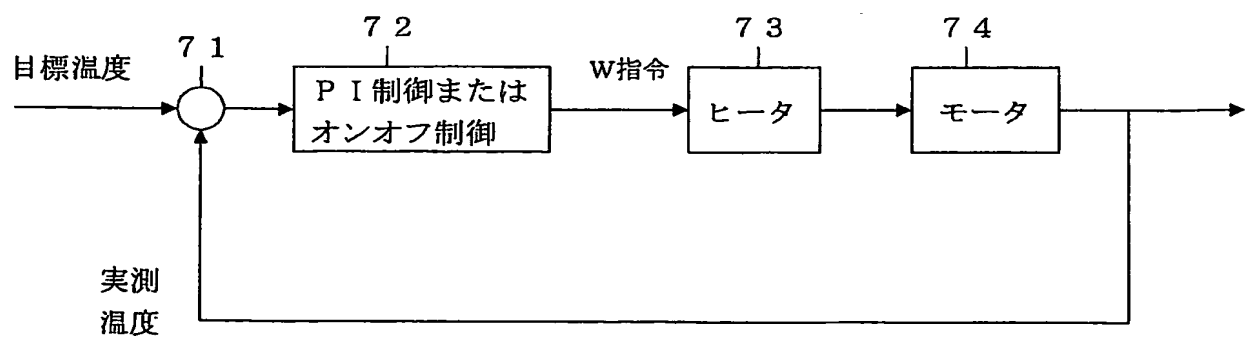
【図 10】



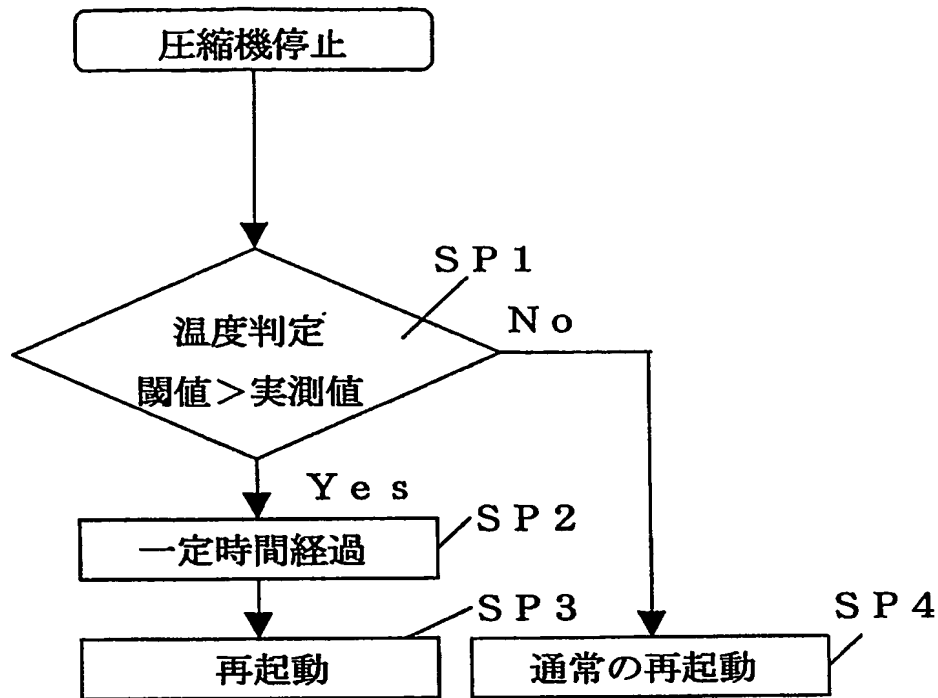
【図 11】



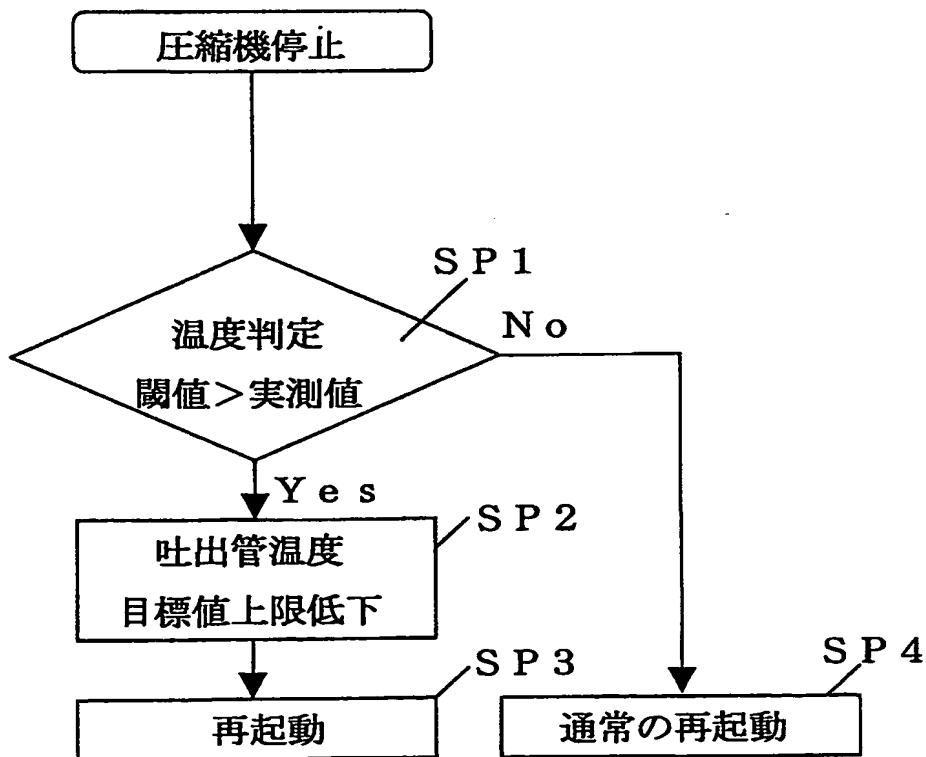
【図 12】



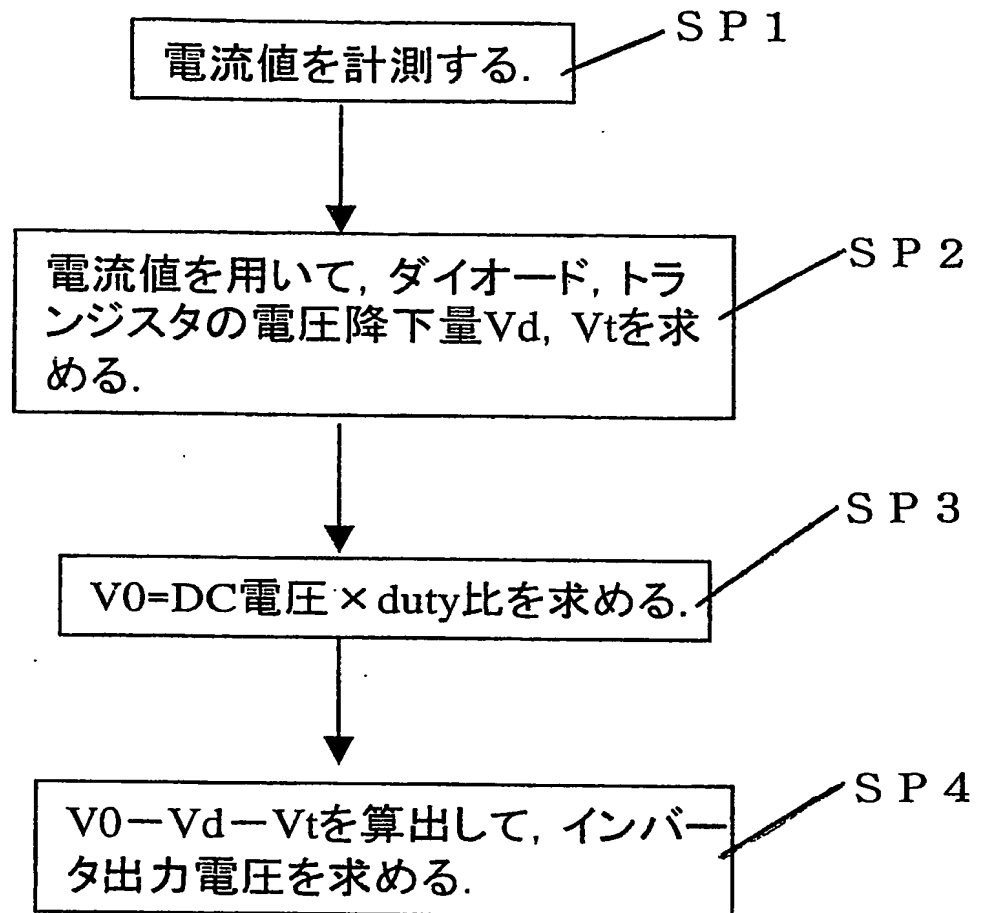
【図 13】



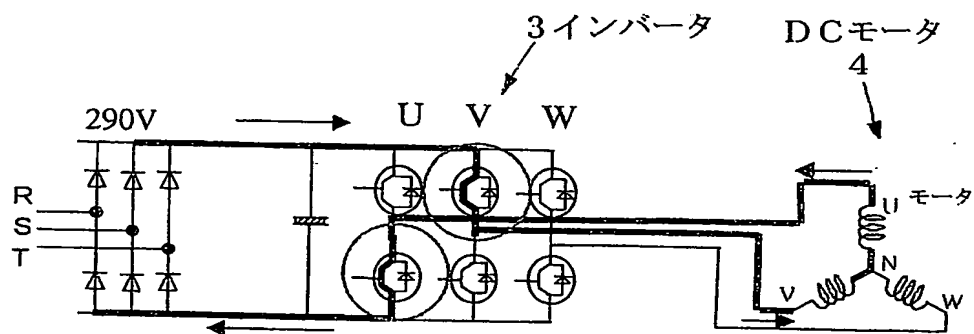
【図 14】



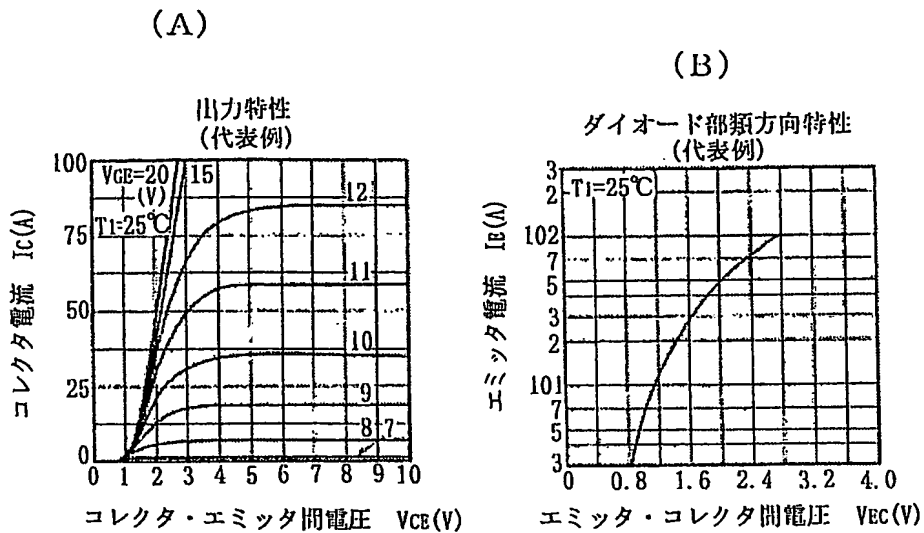
【図 15】



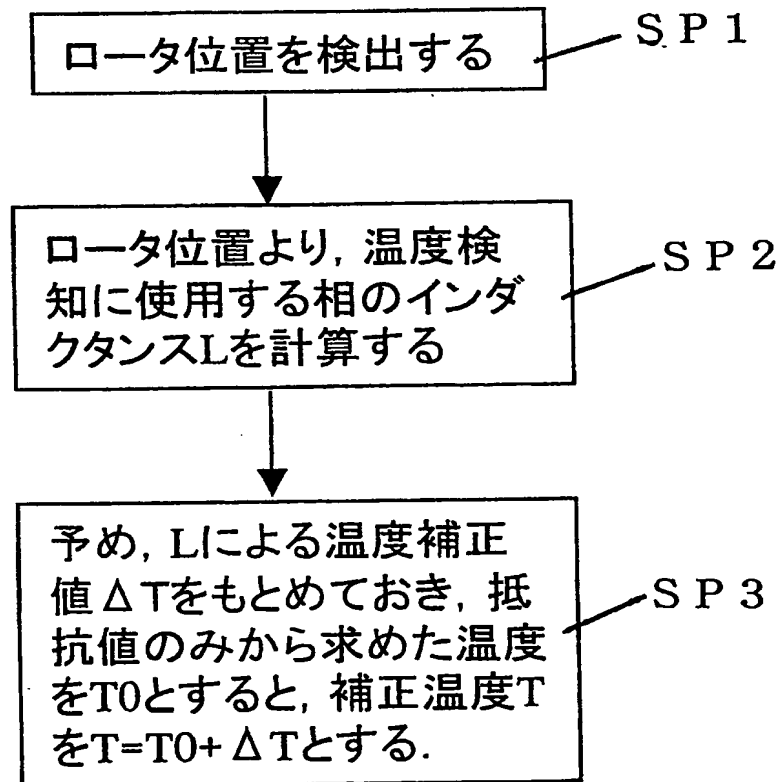
【図 16】



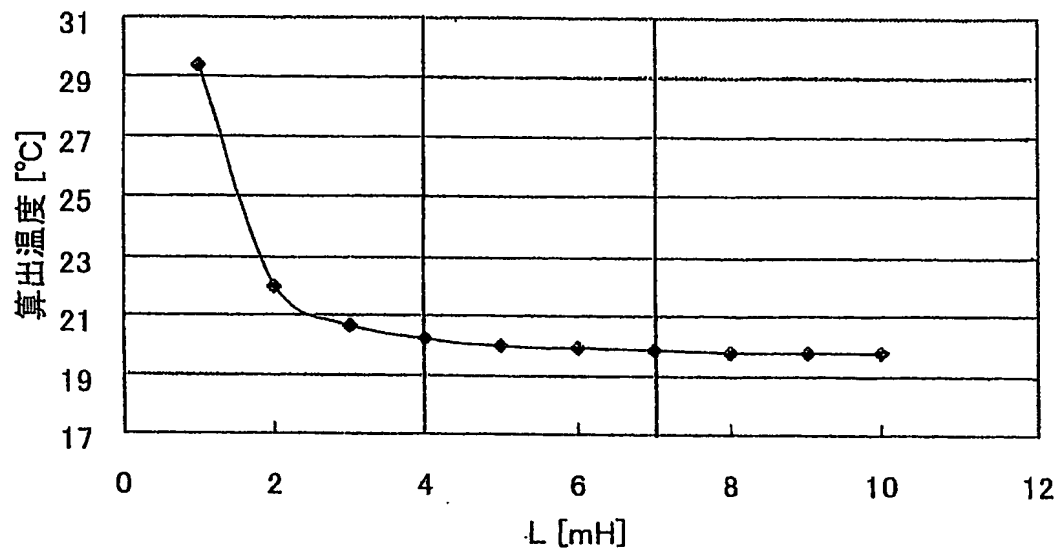
【図 17】



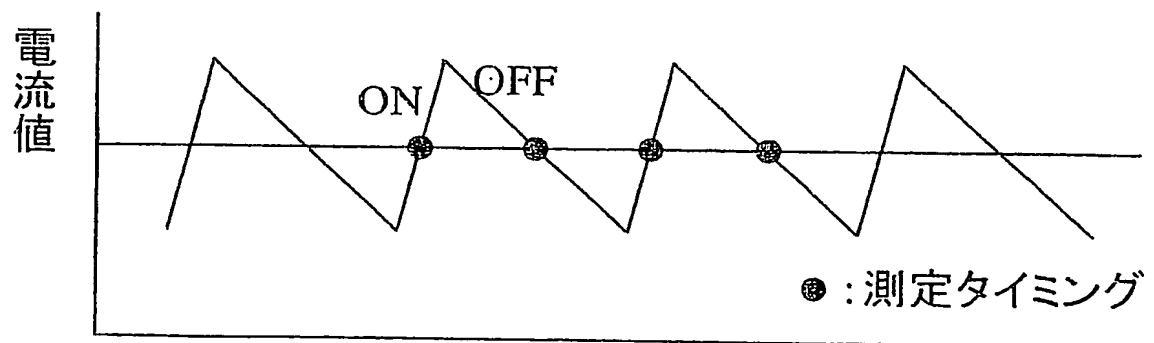
【図 18】



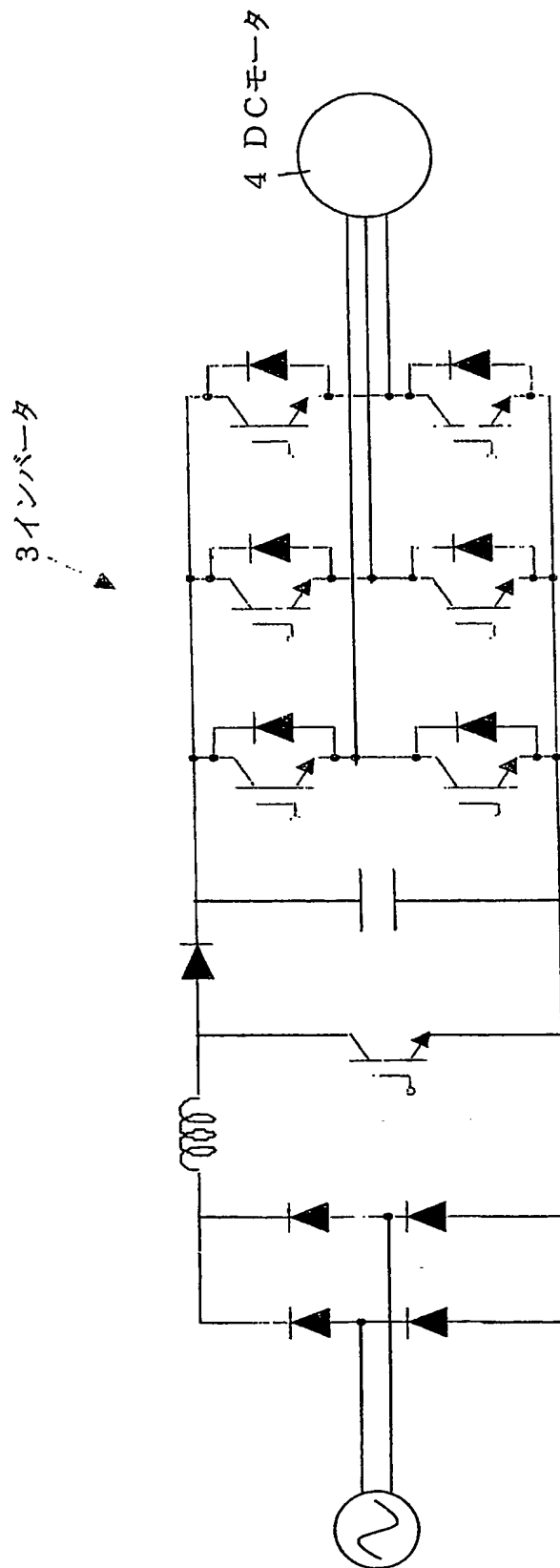
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コストアップを招くことなく、正確にDCモータのコイル温度を推定する。

【解決手段】 モータ電流、およびモータ電圧を用いてDCモータのコイルの抵抗を算出し、コイルの抵抗温度特性を用いてコイル温度を推定する。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 0 4 9 0 5
受付番号	5 0 4 0 0 0 3 8 3 4 6
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 6 年 1 月 1 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成16年 1月13日
-------	-------------

特願 2004-004905

出願人履歴情報

識別番号

[000002853]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル

氏 名

ダイキン工業株式会社